



KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

10/540660  
PCT/NO 03 00441  
Rec'd PCT/PTO 23 JUN 2005

RECD	14 JAN 2004
WIPO	PCT

Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

20026189

Det bekreftes herved at vedheftede  
dokument er nøyaktig utskrift/kopi av  
ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt  
2002.12.23

It is hereby certified that the annexed  
document is a true copy of the above-  
mentioned application, as originally filed  
on 2002.12.23

2004.01.09

*Line Reum*  
Line Reum  
Saksbehandler

**BEST AVAILABLE COPY**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)





Ja - 1

## Søknad om patent

**PATENTSTYRET**

02-12-23\*20026189

Skal utfylles av Patentstyret

Behandlende medlem

Int. Cl<sup>6</sup>

Bw  
E21B

Alt. tilgj. 24 JUNI 2004

Søkers/fullmektigens referanse  
(angis hvis ønsket):  
**PIW/REN**

Søkers/benevnelse:  Hvis søkeren er en internasjonal søknad som videreføres etter patentlovens § 31:  Søker: Navn, bopel og adresse. (Hvis patent søkeres av flere: opplysning om hvem som skal være berørighet til å motta meddelelser fra Patentstyret på vegne av søkerne).  (Fortsett om nødvendig på neste side)	Oppfinnelsens benevnelse:  System for kondensering ved ekspansjon av ubehandlet brønnstrøm fra et gass- eller gasskondensatfelt til havs  Den internasjonale søknads nummer ..... Den internasjonale søknads inngivelsesdag .....
Oppfinnere: Navn og (privat-) adresse (Fortsett om nødvendig på neste side)	Institutt for energiteknikk Instituttveien 18 Postboks 40, NO-2027 Kjeller  <input type="checkbox"/> Søker er en enkeltperson eller en småbedrift, eller flere slike i fellesskap med fast ansatte som til sammen utfører 20 årsverk eller mindre (på søknadstidspunktet). Det er søkerens ansvar å krysse av her for å oppnå laveste satser for søknadsavgift. NB! Se også utfyllende forklaring på siste side.
Fullmektig:  Hvis søknad tidligere er inngitt i eller utenfor riket: (Fortsett om nødvendig på neste side)	Se vedlegg  Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. .... Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. .... Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. ....
Hvis avdelt søknad:  Hvis utskilt søknad:	Den opprinnelige søknads nr.: ..... og deres inngivelsesdag ..... Den opprinnelige søknads nr.: ..... begjært inngivelsesdag .....
Deponert kultur av mikroorganisme:  Utlevering av prøve av kulturen:	<input type="checkbox"/> Søknaden omfatter kultur av mikroorganisme. Oppgi også deponeringssted og nr. ....  <input type="checkbox"/> Prøve av den deponerte kultur av mikroorganisme skal bare utleveres til en særlig sakkyndig, jfr. patentlovens § 22 åttende ledd og patentforskriftenes § 38 første ledd
Angivelse av tegnings-figur som ønskes publisert sammen med sammendraget	Fig. nr. ....

## **System for kondensering ved ekspansjon av ubehandlet brønnstrøm fra et gass- eller gasskondensatfelt til havs**

Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for kondensering ved ekspansjon og kjøling av en ubehandlet brønnstrøm fra et gass- eller gasskondensatfelt til havs.

Oppfinnelsen har til hensikt å frembringe et system som muliggjør at den ubehandlete brønnstrømmen kan kondenseres til et produkt bestående av en blanding av væske og faste stoffer, LUWS (Liquefied Unprocessed Wellstream), uten forbehandling av føde, som separasjon av faste partikler, for eksempel sand, fjerning av vann,rensing og tørking.

Utbygging av mindre gass- eller gasskondensatfelt til havs vil ofte være ulønnsomme fordi kostnadene ved å bringe produktet frem til markedet blir for høye. Systemet som er beskrevet i oppfinnelsen, tilbyr en løsning som gjør at mindre gass- eller gasskondensatfelt kan bygges ut på en mer kostnadseffektiv måte enn med dagens teknologi.

Ubehandlet brønnstrøm i denne oppfinnelsen vil være kjent innen fagmiljøet som den blandingen som strømmer opp fra brønnen gjennom et brønnhode eller flere brønnhoder samlet i en manifold, under normal produksjon fra et gass- eller gasskondensatfelt uten at det har vært foretatt noen forbehandling, med en sammensetning, et trykk og en temperatur som kan variere fra felt til felt. En ubehandlet brønnstrøm som definert herover, kan inneholde alle mulige komponenter og faseblandinger som normalt forekommer under produksjon fra et gass- eller gasskondensatfelt. Det er en fluid-strøm som beskrevet i ovennevnte, som er føde til prosessen som omhandles i oppfinnelsen.

Brønnstrømmen som kommer opp fra et gass- eller gasskondensatfelt, har en høy temperatur og et høyt trykk, for eksempel 200 bar og 90°C. Trykk-enthalpidiagrammet i Figur 1 viser tilstanden ved brønnhodet som punktet merket

(6). Gjennom en rørslynge på havbunnen kjøles brønnstrømmen til en temperatur like over hydrattemperaturen, tilstand (5) i Figur 1. Brønnstrømmen ekspanderes deretter isentropisk, eller nær isentropisk til tilstand (3), med et trykk nær trykket i lagertanken. Under ekspansjonsprosessen (5) → (3) kondenseres deler av brønnstrømmen, og den kondenserte fraksjonen føres til en lagertank gjennom avtappinger som finnes på ekspander, samtidig som det friges energi som kan omdannes til elektrisk kraft, tilsvarende omtrent entalpiendringen  $h_5 - h_3$ . For å bringe brønnstrømmen over til en blanding av væske og faste stoffer, kjøles denne fra tilstand (3) til (7). Til denne kjølingen brukes den frigjorte energien fra ekspansjonen (5) → (3) og i tillegg en ekstern energikilde når dette er nødvendig, for eksempel fra et skip. Trykket i lagertanken er i dette eksemplet valgt til å være 15 bar, men kan settes helt ned til 1 bar dersom dette er hensiktsmessig. I et slikt eksempel vil ekspansjonen gå fra (5) → (2) og deretter vil blandingen etter ekspansjonsprosessen kjøles fra (2) → (1).

Prosessen i denne oppfinnelsen skiller seg ut fra prosessene beskrevet i NO177071, US 6,378,330 og US 6,094,937, som, på forskjellige måter, beskriver prosesser som fører til flytendegjøring av naturgass, ved at fluidet som fødes inn i prosessen beskrevet i oppfinnelsen ikke har gjennomgått noen forbehandling, mens fluidet som fødes inn i prosessene beskrevet i referansepatentene, er petroleumsgass bestående av etan og tyngre hydrokarboner i NO 170771, en trykksatt gass-strøm rik på metan i US 6,094,937 og en trykksatt gass og eller kondensatstrøm i US 6,094,937. Samtlige av disse fødene forutsetter en forbehandling i forkant av selve kondenserings-prosessen i motsetning til denne oppfinnelsen.

Forskjellen mellom prosessen beskrevet i oppfinnelsen og referanseprosessene er illustrert i Figur 2. Kondensering i henhold til oppfinnelsen foregår langs den heltrukne linjen (a) i en helkontinuerlig prosess fra brønnhode eller brønnhodemanifold frem til lagertanken (6). Konvensjonelle kondenseringsprosesser foregår trinnvis, og brønnstrømmen må gjennomgå en omfattende forbehandling med separasjon, rensing, tørring (2, 4) og rekomprimering (3, 5) flere ganger før den kommer frem til lagertanken.

Fordelen med systemet beskrevet i oppfinnelsen, er at det benytter ubehandlet brønnstrøm som prosessføde. Dette medfører bruk av færre utstyrskomponenter og vekt- og plassbesparelse på offshore plattformer eller produksjonsskip og betyr kostnadsbesparelser i forhold til vanlige kondenseringsprosesser. I tillegg har systemet et energibesparingspotensial i forhold til kjente LNG (Liquefied Natural Gas)-produksjonsprosesser, ettersom det vil være færre prosesstrinn og således et mindre behov for ekstra trykkøkningskapasitet som følge av en mer effektiv utnyttelse av den tilbørende energien ved brønnhodet eller brønnhodemanifoden.

Energibalansen i en kondenseringsprosess er illustrert i Figur 1:

- prosessen beskrevet i denne oppfinnelsen frigir energi tilsvarende  $h_5 - h_3$ .
- en konvensjonell prosess for flytendelegjøring av naturgass frigir energi tilsvarende  $h_4 - h_3$ .
- energibesparelsen som denne oppfinnelsen kan fremvise er  $h_5 - h_4$ .

Dette er vist i Tabell 1 som inneholder resultatene fra tre simulerte isentropiske ekspansjonsprosesser, under ideelle teoretiske betingelser, med starttrykk og start-temperatur på 200 bar og 20°C ved brønnmanifoden og slutttrykk på henholdsvis 1bar, 15 bar og 40 bar. Et trykk på 40 bar representerer et typisk trykk der konvensjonelle prosesser foretar separasjon og rensing av gassen mens 1 og 15 bar representerer alternative trykk i lagertanken.

Tabell 1 angir starttilstanden, slutttilstanden, tilgjengelig fri energi i ekspansjonsprosessen og nødvendig kjølebehov for å kondensere hele fluidet til væske etter ekspansjonen.

Energibesparelsen for prosessen i denne oppfinnelsen i forhold til en konvensjonell prosess er 99 kJ/kg. En konvensjonell prosess kan utnytte 33% og 61% av tilgjengelig fri energi når lagertankens trykk er henholdsvis 15 bar og 1 bar, mens prosessen i denne oppfinnelsen kan utnytte all fri energi i brønnstrømmen.

Et eksempel på utførelsen av fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen er beskrevet med henvisning til medfølgende tegninger, Figur 3 og Figur 4.

Figur 3 er et blokkdiagram som viser en utførelsesform av oppfinnelsen anpasset for kondensering ved ekspansjon av ubehandlet brønnstrøm fra brønnhode/-brønnmanifold frem til en lagertank, og hvor sluttkjølingen skjer ved hjelp av varmeveksler og kjøleinntrening som er en integrert del av prosesskjeden.

Figur 4 viser en alternativ utførelsesform av oppfinnelsen hvor sluttkjølingen skjer ved hjelp av en kjøleinntrening som kan ha form som kuldeakkumulator som kan lades opp på land og fraktes frem til produksjonsfeltet.

Figur 3 illustrerer et system for kondensering av ubehandlet brønnstrøm fra et gass- eller gasskondensatfelt til havs. Gassen blir produsert gjennom et brønnhode eller flere brønnhoder koblet sammen i en samlemanifold (1) med en sammensetning, et trykk og en temperatur, avhengig av felt. Uten forbehandling føres brønnstrømmen (2), gjennom en kjølesløyfe (3) slik at temperaturen på strømmen holdes noen grader (ca. 5°C) over hydratdannelsestemperaturen for brønnstrømmen. Fra kjølesløyfen (3) føres brønnstrømmen inn i en flertrinns-ekspander (4), som kan være en roterende ekspander eller en kombinasjon av en statisk og roterende ekspander. En mulig roterende ekspander for bruk i denne ekspansjonsprosessen, som tåler isdannelse og slitasje fra ispartikler, er beskrevet i NO 870320 og US 4,771,612. En mulig statisk ekspander for det samme formålet, er beskrevet i US 6,372,091 og i patentsoknad NO 892842. Det kan også brukes andre ekspander egnet for formålet.

I ekspanderen senkes trykket og temperaturen gradvis og deler av brønnstrømmen kondenseres og væske tappes av gjennom avtappinger (5A, 5B, osv). Produktet som samles opp i lagringstanken (7), er et kondensert brønnstrømprodukt, Liquified Unprocessed Well Stream (LUWS), og består av kondenseringsproduktene fra avtappingene og fra ekspanderutløpet som for sin del har vært nedkjølt til ønsket temperatur gjennom et system med varmeveksler (8) og kjøleinntreningen (9) integrert i prosesskjeden.

Figur 4 illustrerer den samme prosessen som i Figur 1, men hvor sluttkjøling, før kondenseringsproduktene kommer til blandingstank (6), skjer ved hjelp av en kjøleinntrening som kan ha form som en kuldeakkumulator (9) som kan lades opp på land og fraktes frem til gass- eller gasskondensatfeltet.



## Patentkrav

1. Et system som muliggjør at ubehandlet brønnstrøm fra et gass- eller gasskondensatfelt blir kondensert ved ekspansjon fra brønnhodetrykk og det kondenserte produkt lagres i en lagertank.
2. Et system i henhold til krav 1 hvor ubehandlet brønnstrøm sendes gjennom en ekspander der en del av brønnstrømmen kondenseres direkte og genererer energi og hvor resten av brønnstrømmen kondenseres ved hjelp av en kjøleinnretning og den kondenserte blandingen føres til en lagertank.
3. Et system i henhold til krav 1 som muliggjør en vesentlig energibesparing sammenlignet med kjente gasskondenseringsmetoder, ved å utnytte den iboende energien i brønnstrømmen.
4. Et system i henhold til krav 1-3 hvor kjøleinnretningen kan ha form av en kuldeakkumulator som kan lades opp på land og fraktes ut til produksjonsfeltet.
5. Et system i henhold til krav 1-3 der lagertankens trykk er mellom 10 og 20 bar.
6. Et system i henhold til krav 1-3 der lagertankens trykk er nær atmosfæretrykk.
7. Et system i henhold til krav 1-3 der ekspanderen består av en kombinasjon av statisk og roterende ekspander.
8. Et system i henhold til krav 1-3 der ekspanderen er en roterende ekspander med flere trinn.



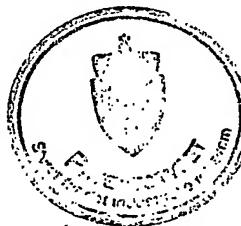
## Sammendrag

Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for kondensering ved ekspansjon og kjøling av en ubehandlet brønnstrøm fra et gass- eller gasskondensatfelt til havs.

Oppfinnelsen har til hensikt å frembringe et system som muliggjør at den ubehandlete brønnstrømmen kan kondenseres til et produkt bestående av en blanding av væske og faste stoffer, uten forbehandling av brønnstrømmen, som separasjon av faste partikler, for eksempel sand, fjerning av vann, rensing og tørking.

Systemet som er beskrevet i oppfinnelsen, tilbyr en løsning som gjør at mindre gass- eller gasskondensatfelt kan bygges ut på en mer kostnadseffektiv måte enn med dagens teknologi.

Bruk av ubehandlet brønnstrøm som prosessføde medfører bruk av færre utstyrskomponenter og vekt- og plassbesparelse på offshore platfformer eller produksjonsskip og betyr kostnadsbesparelser i forhold til vanlige kondenseringsprosesser. I tillegg har systemet et energibesparingspotensial i forhold til kjente produksjonsprosesser for LNG, ettersom det vil være færre prosesstrinn og således et mindre behov for ekstra trykkøkningskapasitet som følge av en mer effektiv utnyttelse av den iboende energien ved brønnhodet eller brønnhode-manifolden.



1 PATENTSTYRET

02-12-23\*20026139

Tabell 1

Starttilstand			Sluttilstand						
Tilstand ref Fig 1	Trykk (bar)	Temp. (Deg.C)	Tilstand ref Fig 1	Trykk (bar)	Temp (Deg.C)	Gass (w/o)	Væske <sup>1</sup> (w/o)	Fri energi <sup>3</sup> (kJ/kg)	Kjølebehov <sup>4</sup> (kJ/kg)
5	200	20	2	1	-152.7	57.06	42.92	257	316
5	200	20	3	15	-93.4	64.52	35.48	147	287
5	200	20	4	40	-59.5	70.26	29.74	99	238

Isentropisk eksansjonsprosess ved idéelle teoretiske betingelser for en gass bestående av ca. 80% metan, 5% etan, 2% propan, 2% N2, 5 % CO2 og 6% C3+.

<sup>1</sup> Vektprosent gass etter avtapping (5A) i eksansjonsprosessen (4)

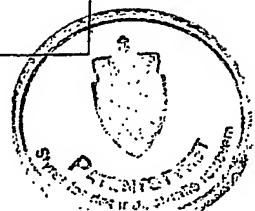
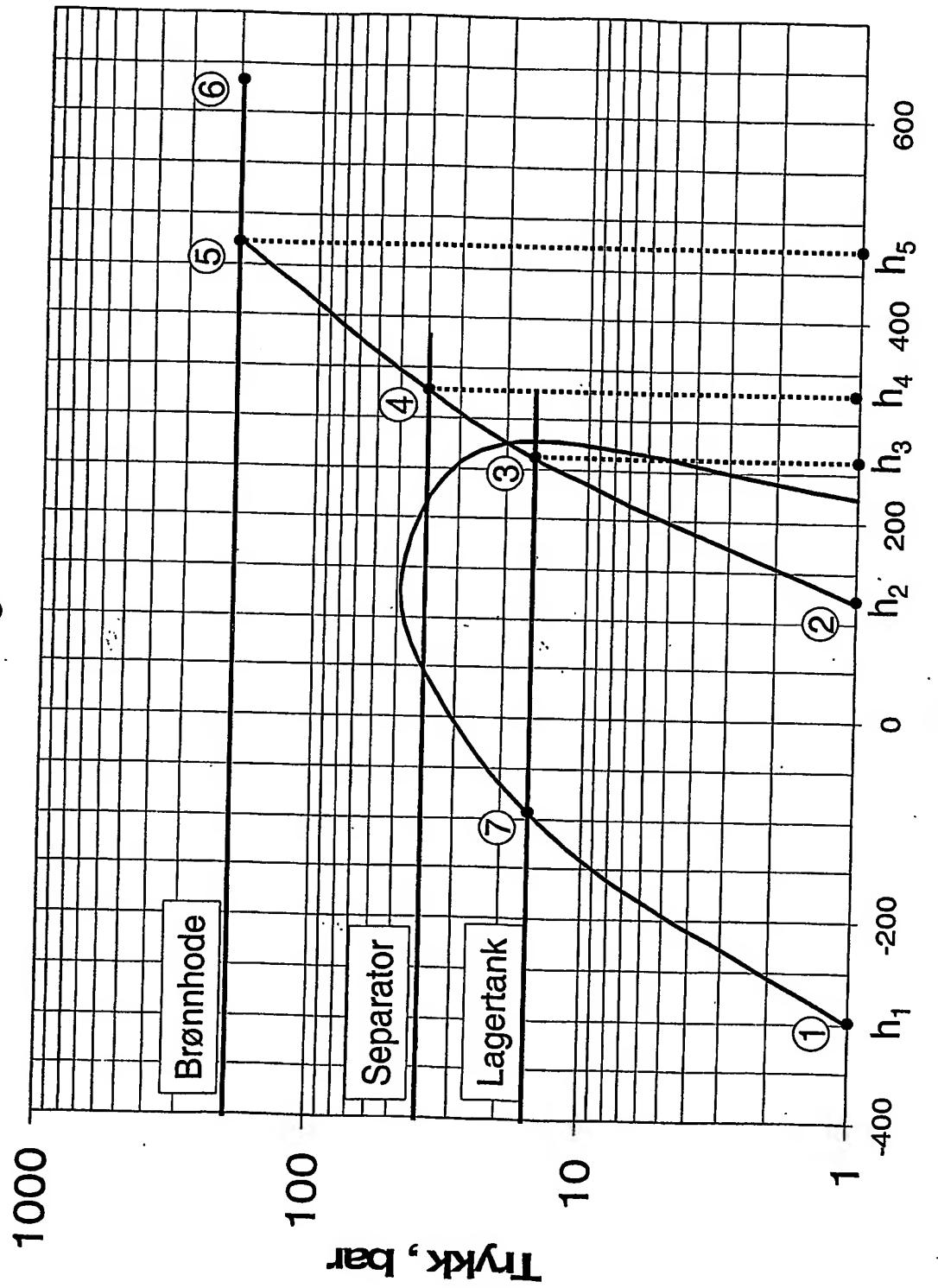
<sup>2</sup> Vektprosent væske ved avtapping (5A)

<sup>3</sup> Tilgjengelig fri energi i eksansjonsprosessen

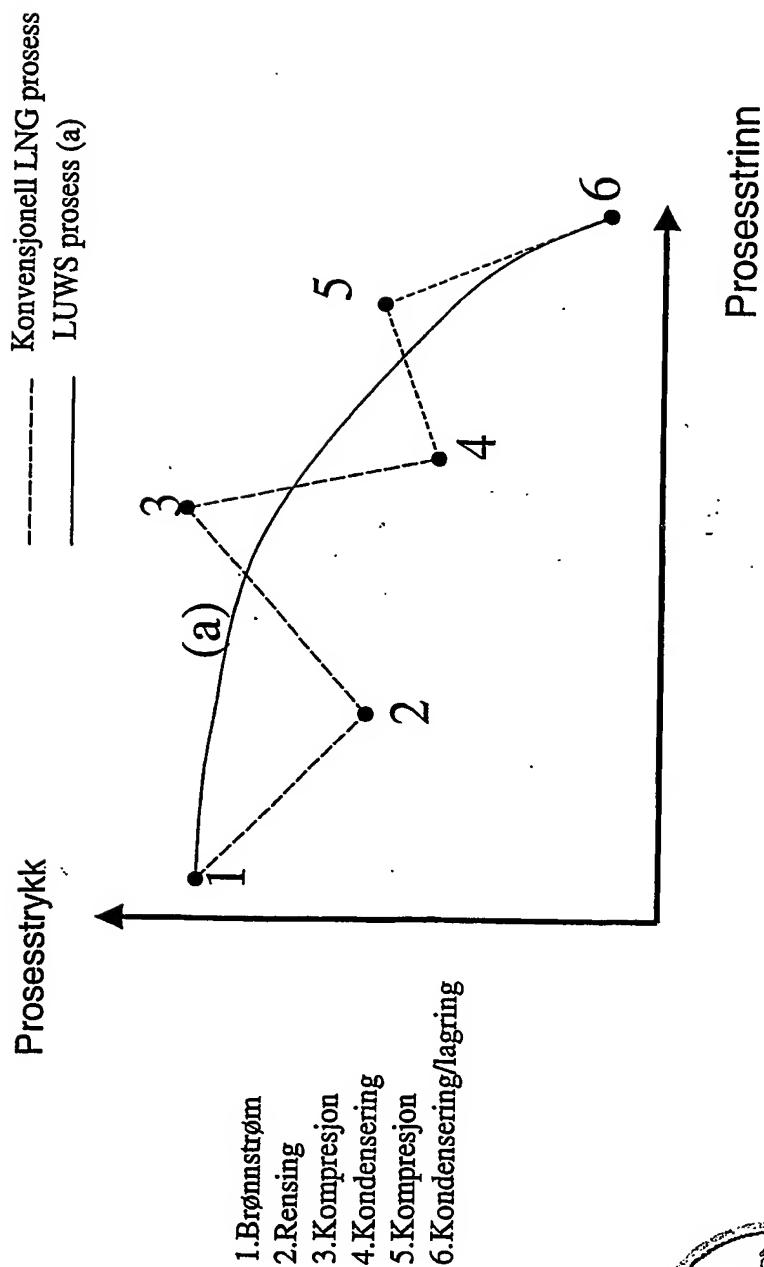
<sup>4</sup> Kjølebehov for å gjøre resten av gassen flytende, se (9) i Figur 3 og 4



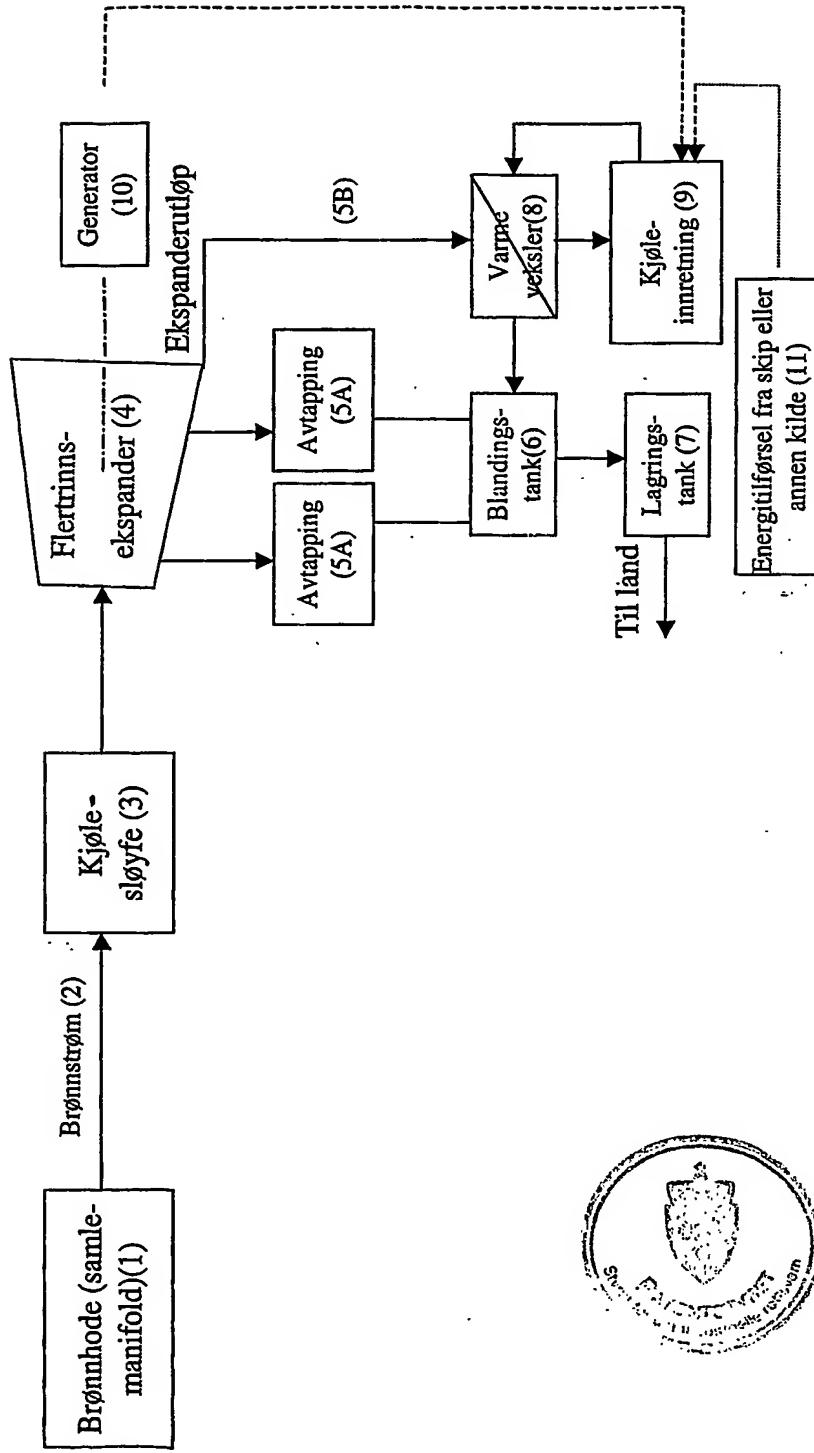
Figur 1



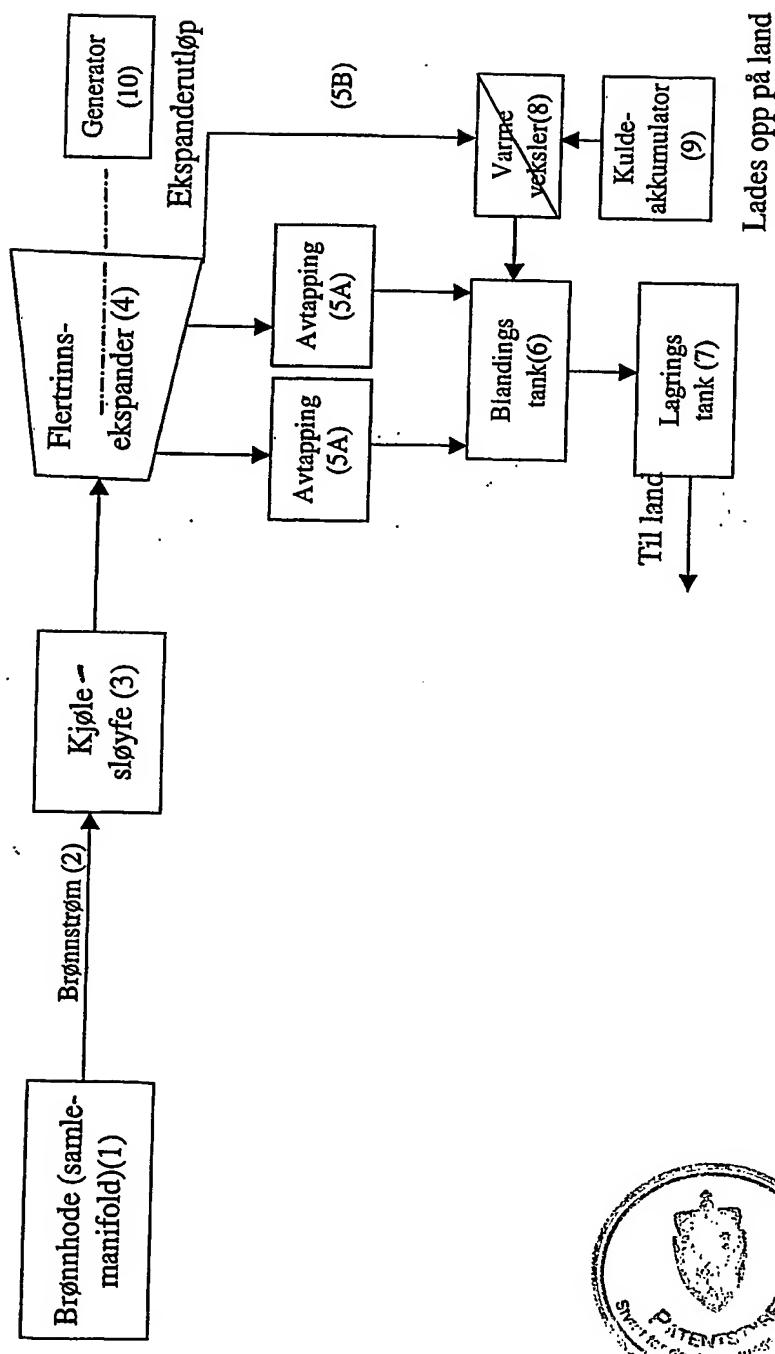
Figur 2



Figur 3



Figur 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**